

레미콘 技術動向

경제성이 높은 새로운 초유동 콘크리트

三井建設은 이번에 지금까지 해온 것보다 경제성이 높은 초유동 콘크리트를 개발함으로써 품질관리기법의 확립을 통하여 실구조물에 채택하였다. 이번에 개발한 초유동 콘크리트는 발열이 낮고 고유동화하기 쉬운 고베라이트계 시멘트와 폴리에테르계 고성능 AE 감수제를 사용한 분체계 초유동 콘크리트로서 그것을 채용하기 위해서는 사전에 실제적인 대규모의 시공실험을 통해 배치플랜트에서 이루어지는 초유동 콘크리트의 제조성능 및 현장에서 이루어지는 시공성능을 확인함과 동시에 타설 구조물의 콘크리트 성능도 확인하였다. 이로써 우수한 시공성 및 고품질의 콘크리트 구조체를 저비용으로 가능하게 하는 초유동 콘크리트가 완성되었다.

초유동 콘크리트는 우수한 시공성과 품질 안정성 때문에 토목 및 건축 양면에 걸쳐 개발이 진행되고 실구조물에서도 채택되고 있다. 일반적인 특징으로는 부어넣을 때 다짐을 할 필요가 없으며, 철근이 조밀하게 배치된 부재에서도 자기 충전하는 점, 유동성과 골재

분리 저항성을 균형잡아 충전성이 높은 점, 경화된 다음에도 콘크리트가 높은 내구성을 지니는 점 등의 특징을 갖고 있다. 반면에 실제 시공에 있어서는 저온시 초기강도가 작다. 콘크리트의 워커빌리티에 따른 온도 의존성과 경시변화가 크다는 문제점이 발생하는 경우도 있다. 또 분체계에서는 단위시멘트량이 많기 때문에 (보통 $500\text{kg}/\text{m}^3$ 이상) 고비용이고 또한, 발열 등으로 인한 균열이 발생하기 쉽다는 등의 문제도 있다.

이번에 三井建設이 개발한 초유동 콘크리트는 JIS R 5210(포틀랜드 시멘트)의 보통 포틀랜드시멘트에 적합한 고베라이트계 시멘트를 사용하고 있다. 또한, 분체재료로서 시멘트만 사용한 1성분계의 분체계 초유동 콘크리트이기 때문에 배합시 및 제조시에 품질 관리가 용이한 점외에 다음과 같은 특징이 있다.

- (1) 고베라이트계 시멘트를 낮은 단위시멘트량($450\sim 420\text{kg}/\text{m}^3$)으로 사용하고 있으며, 수화반응시 발열로 인한 갑작스런 온도상승을 막아 균열발생이 적고 또한, 저비용화가 가능하다.
- (2) 폴리에틸렌계 고성능 AE 감수제와 초기 강도발현이 좋은 종류인 고베라이트계 시멘트를 사용함으로써 운반시에 팔

요한 유동성 유지보전과 시스템 시공법에 있어서 조기탈형에 필요한 강도 발현 성상을 겸비하고 있다.(비빔 18시간 후의 압축강도는 5N/mm²)

- (3) 단위수량이 170kg/m³으로 작고 내구성이 우수하다. 또한, 양생한 4주가 경과한 공시체의 압축강도는 약 45~50N/mm²로 고강도이다.
- (4) 슬럼프 플로우는 60~70cm이고 유동성과 충전성이 우수하다. 또한, 부어넣을 때 거푸집상단에서부터 낙하시키더라도 골재가 분리되지 않는다.
- (5) 콘크리트를 부어넣을 때 진동기 등을 사용하지 않으므로 소음이 발생하지 않아 시가지에서 시공하는데 적합하다.

(건설기술정보 97)

F_c=1000kg/cm²인 초고강도 콘크리트를 초고층 주택에 처음 적용

熊谷組는 山形縣上市에 同社가 설계·시공하는 초고층 RC주택「山形上山맨션」의 신축공사에서 초고층 RC건축물로서는 처음으로 설계기준강도 F_c=1000kg/cm²의 「초고강도 콘크리트 F_c1000」를 시공하여 7월 30일까지 타설을 완료하였다.

이 山形上山맨션은 지상 41층, 건축물 높이 127.65m, 최고부 높이 139.95m, 건축면적 1,654.62m², 연면적 39,104.95m²의 공용주택이다. 대지진을 받더라도 하층부의 기둥이 손상을 받지 않도록 건물의 내진성능을 강화하기 위하여 내진시에 작용하는 힘이 큰 1층의 4각 기둥과 기초부에 F_c1000의 초고강도 콘크리트와 초고강도 철근(689N/mm²)을 채용하였다.

이 초고강도 콘크리트는 고베라이트계 시멘트 및 실리카 흙을 사용해서 F_c1000를 실현한 것으로 이번 현장적용에서는 同社 기술연구소에서의 재료실험, 실대시공실험, 현장에서의 실대시공실험 등 실험결과를 근거로 작성한 「초고강도 콘크리트공사 시공요령서」에 기초로 재료선정, 배합, 제조, 시공의 각 단계에서 엄격히 품질관리를 행하였다.

이번 시공된 F_c1000의 초고강도 콘크리트의 특징은

- (1) 슬럼프 플로어를 60cm로 한 유동성이 우수한 다짐불요의 초유동 콘크리트.
- (2) 단위시멘트량이 많게 되기 때문에 고베라이트계의 낮은 발열시멘트를 사용해서 수화에 따른 발열을 매우 낮게 억제.
- (3) 시멘트의 일부를 실리카 흙에 치환해서 콘크리트의 점성을 억제하고 시공성 개선을 도모.
- (4) 블리딩수가 발생하지 않고 침하가 매우 적기 때문에 보상부까지 연속해서 타설하는 것도 가능.

등으로 되고 있다.

지금까지 熊谷組의 초고강도 콘크리트의 건축물 적용에 대해서는 이미 일본내에서는 土浦驛前 재개발 고층동에서 F_c600의 시공을 실시한 적이 있으며, 해외에서는 미국, 오스트리아, 홍콩 등에서 F_c600이상의 초고강도 콘크리트 시공실적이 있다.

또한, 향후 초고강도 콘크리트 F_c600을 사용하는 것에 따라 초고층 RC주택의 보다 고층화, 장스팬화도 가능하며, 초고층 RC사무소 빌딩의 실현도 가능하게 된다.

또한, 종래의 초고층 RC주택의 요소요소에 초고강도 부재를 적용함에 따라 경제적으로 내진성을 향상시킨 초고층 RC주택이 공급할 수 있을 것으로 보여진다.

현재, 공동주택 및 호텔 등의 고층화에 따

르고 S조보다도 강성이 높은 RC조의 고층화가 진전되고 있다. 또한, 보다 쾌적한 거주공간 실현을 위해 건물의 장스팬화도 요구되고 있지만 이러한 RC조 건물의 고층화·장스팬화에는 콘크리트강도의 향상이 불가결한 과제이다. 초고강도 콘크리트는 지금까지 실시한 $F_c 60\text{N/mm}^2$ 를 넘어 $F_c 100\text{N/mm}^2$ 까지의 콘크리트에서 종래의 기둥치수대로 50층을 초과하는 건물이 가능하기 때문에 향후의 발전이 주목된다.

(建築技術 1997)

설계기준강도 60N/mm^2 의 고강도 콘크리트 CFT조의 시공

埼玉縣川口市의 초고층 집합주택「エルザ Tower 55」이 1998년 3월의 준공을 앞두고 매우 급속하게 시공이 진행되고 있다. 지상 55층, 최고높이 185.8m은 집합주택에서는 일본에서 제일의 높이로 되고 있다.

초고층 집합주택에서는 내진 안전성과 동시에 공간의 자유도가 큰 구조가 바람직하다. 엘르자 Tower 55에서는 강관내에 콘크리트를 충전하는 CFT(Concrete Filled steel Tube)구조를 채용하고 주체架構는 $24\text{m} \times 42.6\text{m}$ 의 장방형 튜브架構를 평면적으로 교차시킨 크로스튜브架構로 해서 건물전체의 강성을 높임과 동시에 기둥위치에 제약되지 않는 주거계획을 실현하고 있다.

CFT구조는 강관과 콘크리트의 양자 특성을 살려 강성, 내력, 변형성능, 내화성능 등에 우수하고 시공면에서도 거푸집 및 철근공사가 생략이 가능하기 때문에 공기를 단축할 수 있는 합리적인 공법으로 최근 급속하게 채용이 증가되고 있다.

CFT구조에서는 콘크리트를 강관내에 충분히 밀실하게 충전할 필요가 있다. 일반적인 CFT구조에서는 기둥·보 접합부를 보강하기 위한 다이아후램이 기둥내에 있기 때문에 콘크리트 충전시의 장애로 되고 있지만 여기서는 링크 스티프너로 하는 외다이아후램 방식으로 하고 있기 때문에 강관 기둥내부의 장애를 받지 않고 있다.

콘크리트의 타설은 기둥상부에서 충전하는 공법을 채용하고 있다. 기둥높이 12m마다 콘크리트 호퍼 및 호스를 사용해서 유입하고 바이브레이터에 의해 다짐을 행하고 충분한 충전성을 확보하고 있다. 1플로어의 기둥수는 54본이며, 4공구로 나눈 각 공구를 반일로 타설하고 있다.

충전하려는 콘크리트는 설계기준강도 60N/mm^2 의 고강도 콘크리트이다. 배합설계에서는 구조체 강도의 확보와 동시에 강관충전 콘크리트로서 유동성의 향상과 재료분리 및 블리딩, 침하로 인한 결함이 없는 양호한 품질을 확보하기 위해 재료 및 배합을 시험비밀하고 시공실험 등에 따라 검토하고 최적인 배합을 선정하고 있다.

굳지않은 콘크리트의 품질은 슬럼프 23cm, 슬럼프 플로우 45cm로 하고 물/시멘트비는 30.1%이다. 낮은 물/시멘트비의 고강도 콘크리트는 일반적으로 점성이 증대함에 따라 시공성의 저하가 문제로 되지만 여기서는, 시멘트에 분체 실리카 흡을 프리믹싱한 실리카 흡 시멘트를 사용하는 것에 따라 강도와 유동성에 우수한 초고강도 콘크리트가 시공되었다. 실리카흡 시멘트에 의해 보통 콘크리트와 같은 플랜트설비를 사용해서 용이하게 강도와 시공성에 우수한 고강도 콘크리트의 제조하는 것이 가능하게 되고 또한, 향후 고강도 콘크리트가 보급해 가는 것이 기대된다.

(セメント・コンクリート)

콘크리트의 착색기술

콘크리트는 비빔시에 안료를 직접 가해서 착색되지만 레디믹스트 콘크리트에서는 한계가 있다. 여러 종류의 안료를 사용하는 경우 레미콘 플랜트에서 제조하는 것은 어렵다. 안료분말을 혼입한다면 비빔시에 다종의 에폭시를 요구한다. 또한, 이색안료를 동시에 사용한다든지 이중안료마다 피상입자를 형성하는 문제가 생기지만 현존하는 개량품에 대해서는 아래와 같다.

분산제를 포함한 수용성의 안료 슬러리가 있으며, 용이하게 비벼 피상으로 되기 어렵다. 그러나 비착색의 콘크리트와 비교한다면 소요의 슬럼프를 얻기위한 수량 및 고성능 감수제량의 증가가 필요하다. 또한, 안료는 고결하기 쉽기 때문에 슬러리에서는 연속교반이 필요하지만 플랜트의 효율성은 양호하다.

한편, 안료분말과 고성능 감수제의 프리믹스품도 있으며, 이색안료를 혼합분쇄한 것을 함유한다. 비빔이 용이해서 착색재료의 변화에 따른 배치사이 색의 변화는 감소한다. 그러나 미분말인 경우에는 매우 사용하기 어렵고 대기중의 비산에 따라서 색의 변화가 발생한다.

이상의 문제를 해결하기 위해서는 미립자에 분쇄한 안료를 다른 재료로 치환하는 방법이 있다. 고성능 감수제도 함유시킨 수성매체에 모조리 용해한다. 수용성의 상태에서 출하되고 믹서에 직접 첨가된다. 또한, 안료 혼입율이 작기 때문에 물 및 혼화제 등의 증량은 필요없다.

현재, 착색 콘크리트의 고품질화는 어려운 것이 아니며, 배치 색의 일관성에 관심이 모

아지고 있다. 또한, 유럽의 규격에서는 현존 안료의 내구성에 관한 시험을 포함하고 있다.

(콘크리트31)

벨트를 와이어로 죄어 운송하는 신형의 콘베이어

鹿島(TEL 03-3404-3311)는 T.K.S.(TEL 0423-41-4742)와 공동으로 벨트를 와이어로 죄어 운송하는 신형 운송콘베이어『와이어풀 콘베이어』의 실증시험을 종료, 실용화에 목표를 두었다.

금번 개발된 콘베이어 시스템은 콘베이어 벨트를 와이어로 죄고 있기 때문에 종래의 콘베이어같은 벨트를 지지하는 프레임이 필요하지 않으며, 약 20m마다 설치한 중간지주로 요소요소를 지지할 수 있는 구조로 되고 있으며, 설치장소의 지형에 모두 간편하게 부착할 수 있다. 그러나 프레임이 없기 때문에 각각의 부품에 걸쳐 작은 스페이스로 보관이 가능함과 동시에 운반물의 중량에 따라서 벨트가 휘고 토사 등의 적재를 포함해서 설계되고 있기 때문에 급구배로 되어도 적재의 안정운반이 가능하다.

지금까지 토사굴삭·운반공사 등에서는 「쇼벨타입 공법」이 많이 사용되어 왔다. 단, 쇼벨타입 공법의 경우에는 펌프카에 의한 운송이 주로 되고 있으며, 근린주택에서의 피해나 중기소음 등의 문제가 있다. 게다가 배기가스에 의한 환경오염 등 지구환경문제에의 대응도 고려하지 않으면 안된다. 이러한 것으로부터 최근에 콘베이어 시스템을 이용한 공법의 개발소식이 높아져 왔다.

그런데 종래의 벨트 콘베이어는 건축공사의 분야에서는 「프레임이 큰 장소를 취한다」

「복잡한 지형에서는 적용할 수 없다」 등의 문제가 있어 상당히 보급이 진행되지 않았다라는 것이 현상이다. 양사에서는 이와같은 현상에 대해 종래의 벨트 콘베이어 같은 강성이 높은 연속된 프레임으로 교체하고 와이어로조인 벨트를 20m마다 배치된 중간지주로 지지하는 방식이며, 그러나 벨트가 운반물을 U자형으로 포함된 상태에서 운송하는 시스템의 「와이어풀 콘베이어」의 개발에 성공하였다.

이 콘베이어는 중간지주를 설치할 수 없는 울퉁불퉁한 지형에 있어서는 중간지주를 사용하지 않고 양단의 현차부, 테이블부 및 와이어와 벨트만으로도 적용도 가능하다.

한편, 코스트면에서는 종래의 벨트 콘베이어타입과 같은 위치조건하에서 비교한 경우 20~30%정도의 코스트다운이 되고 있지만 종래타입에서는 대응할 수 없었던 울퉁불퉁한 지형에서도 간편하게 설치할 수 있는 것이 커다란 특징이다.

이외 급구배가 있는 경사(토사 운반의 경우 구배각 20~25°까지, 종래는 토사에서 18°까지 가능하다.)에서도 적용할 수 있다.

이번의 실증실험에서는 기계길이 3스팬 60m, 벨트폭 1050mm의 시험기에서 실시하였다. 운송능력 700m³/h을 확인하고 토사가 안정하고 있는 것이 확인되었다.

〈建築技術 1997〉